

## IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re PATENT application of )  
Matthias BOLTZE ) Group Art Unit: Not Yet Assigned  
Application No. Not Yet Assigned ) Examiner: Not Yet Assigned  
Filed: October 9, 2003 )  
For: FUEL CELL SYSTEM ) Date: October 9, 2003

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

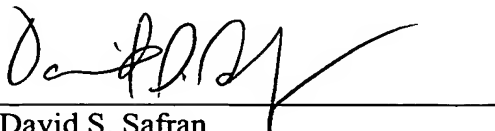
The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO.</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
GERMANY	102 47 521.0	October 11, 2002

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application.

Acknowledgment of receipt of this certified copy is requested.

Respectfully submitted,

By:   
David S. Safran  
Registration No. 27,997

NIXON PEABODY LLP  
401 9<sup>th</sup> Street, N.W.  
Suite 900  
Washington, DC 20004-2128  
(202) 585-8000

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 47 521.0

**Anmeldetag:** 11. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** Webasto Thermosysteme GmbH,  
Neubrandenburg/DE

**Bezeichnung:** Brennstoffzellensystem

**IPC:** H 01 M 8/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 10. Juni 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Hoiß



# Beschreibung

## Brennstoffzellensystem

5 Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem mit einer Brennstoffzellenanordnung und einem Injektor zum Rückführen von Abgas in die Brennstoffzellenanordnung, wobei der Injektor eine Einlaßöffnung, eine nachfolgend angeordnete Düse, einen nachfolgend angeordneten Diffusor mit einer Auslaßöffnung und eine Ansaugöffnung zur Zuführung eines Anodenabgases  
10 der Brennstoffzellenanordnung in eine im Bereich der Düse und des Eintrittsbereichs des Diffusors gebildete Kammer aufweist. Außerdem betrifft die Erfindung ein Brennstoffzellensystem mit einer Brennstoffzellenanordnung, einem Reformier  
15 zur Reformierung eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs zu einer wasserstoffhaltigen Gas und einem Injektor zum Rückführen von Abgas in den Reformier, wobei der Injektor eine Einlaßöffnung, eine nachfolgend angeordnete Düse, einen nachfolgend angeordneten Diffusor mit einer Auslaßöffnung und eine  
20 Ansaugöffnung zur Zuführung eines Anodenabgases der Brennstoffzellenanordnung in eine im Bereich der Düse und des Eintrittsbereichs des Diffusors gebildete Kammer aufweist.

Grundsätzlich wird der einer Brennstoffzelle zugeführte Brennstoff in der Brennstoffzelle nicht vollständig verbraucht, sondern es entsteht ein Anodenabgas mit restlichen Brenngasen  $H_2$  und  $CO$  sowie  $N_2$ ,  $CO_2$  und  $H_2O$ . Das Anodenabgas kann in einem Brenner nachverbrannt und als Abgas in die Umgebung entlassen werden. Eine andere Möglichkeit ist eine Re-  
30 zirkulation des Anodenabgases in den der Brennstoffzelle zugeführten Brennstoff. Bei Brennstoffzellensystemen ist es beispielsweise aus der EP 0 800 708 B1 bekannt, das Anodenabgas unter Verwendung von Injektoren der Brennstoffzellenanordnung wieder zuzuführen. Die dort verwendeten Injektoren  
35 sind in der oben angegebenen Weise aufgebaut.

Darüber hinaus sind Brennstoffzellensysteme bekannt, die einen Reformier aufweisen, durch den aus einem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff ein wasserstoffhaltiges Gas erzeugt wird, das wiederum der Brennstoffzellenanordnung als Brennstoff zugeführt wird. Solche Brennstoffzellensysteme sind insbesondere im mobilen Einsatz von Vorteil, da die Ausgangsbrennstoffe für die Reformierung zur Erzeugung des wasserstoffhaltigen Gases wesentlich einfacher zu transportieren und handzuhaben sind als Wasserstoff, wie er in einem System gemäß der EP 0 800 708 B1 eingesetzt wird. Ein geeigneter Brennstoff für einen Reformier ist beispielsweise Benzin oder Diesel. Bei Fahrzeugen ergibt sich durch solche Systeme der Vorteil, daß der Reformier mit dem gleichen Brennstoff betrieben werden kann, wie ein Verbrennungsmotor des Fahrzeuges.

Der im Rahmen der vorliegenden Anmeldung verwendete Begriff "Brennstoff" umfaßt dabei nicht nur den verwendeten Energieträger, sondern auch ein Brennstoffgemisch beispielsweise aus dem Energieträger und dem zur Reformierung erforderlichen Oxidationsmittel, zum Beispiel in Form von Luft.

Ein geeignetes Verfahren für die Reformierung ist die sogenannte partielle Oxidation. Bei diesem Verfahren erfolgt eine Oxidation des Brennstoffes mit Luftsauerstoff durch eine unterstöchiometrische Verbrennung. Die Reformierungsreaktion läuft unter hohen Temperaturen im Bereich von 1300° C ab. Ein bekanntes Problem bei der partiellen Oxidation ist die Rußbildung. Die Gefahr der Rußbildung kann dadurch verringert werden, daß dem beispielsweise dampfförmig dem Reformier zugeführten Brennstoff Wasser beigemischt wird. Durch diese Befeuchtung des Brennstoffes verringert sich die Gefahr der Rußbildung. Auch zu diesem Zweck eignet sich das Anodenabgas zur Beimischung. Wie oben erläutert, entsteht an der Anode der Brennstoffzellenanordnung Wasser, wobei die gebildete Menge ausreicht, um die Rußbildung in dem Reformierungsprozeß zu verringern. Zur Zuführung des Brennstoffs zu dem Reformier und zur Vermischung mit dem Anodenabgas kann ebenso ein In-

jektor eingesetzt werden, wie er oben in einer Anwendung zur Injektion eines Brennstoffs in die Brennstoffzellenanordnung beschrieben wurde.

5 Sowohl bei der Zuführung eines Brennstoffs zu einer Brennstoffzellenanordnung als auch bei der Zuführung eines Brennstoffs zu einem Reformator besteht das Problem, daß in einer Startphase des Systems die zugeführten Brennstoffe noch nicht geeignet sind, bzw. der Reformator und die Brennstoffzellenanordnung noch nicht die notwendige Betriebstemperatur erreicht haben, um einen ordnungsgemäßen Betrieb zu ermöglichen. Es muß daher verhindert werden, daß trotzdem Brennstoff zugeführt wird.

15 Eine geeignete Maßnahme für die Startphase des Brennstoffzellensystems besteht darin, den Brennstoff vor dem Eintritt in den Reformator bzw. die Brennstoffzellenanordnung abzuleiten und einer anderweitigen Verwertung zuzuführen. Dazu kann ein Ventil vorgesehen werden, das den Brennstoff entweder dem Reformator oder einem Nachbrenner zuleitet. Gleichfalls kann vor der Brennstoffzellenanordnung ein solches Ventil vorgesehen werden.

25 Durch eine derartige Anordnung ist zwar das Problem der Startphase gelöst, allerdings ist ein solches System verhältnismäßig teuer. Sowohl die Ventile als auch die Injektoren sind kompliziert im Aufbau. Es entsteht darüber hinaus eine zusätzliche Verrohrung, was den Systemaufbau komplizierter macht und zu Druckverlusten und höheren Kosten führt.

30

Aufgabe der Erfindung ist es, Brennstoffzellensysteme der eingangs genannten Arten anzugeben, die einen sicheren Betrieb in der Startphase und eine Rezirkulation des Anodenabgases ermöglichen, wobei das Anodenabgas entweder dem Reformator oder der Brennstoffzellenanordnung zugeführt wird, und wobei das System einfacher und kostengünstiger ist, als das Vorsehen jeweils eines Ventils und eines Injektors.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch Brennstoffzellensysteme mit einem Injektor gelöst, der dadurch gekennzeichnet ist, daß der Eintrittsbereich des Diffusors als Schieber ausgestaltet ist, wobei in einer ersten Schieberstellung der Durchtritt eines Brennstoffs von der Düse zur Auslaßöffnung ermöglicht ist und in einer zweiten Schieberstellung der Durchtritt eines Fluids von der Düse zur Auslaßöffnung verhindert ist.

Der Vorteil erfindungsgemäßer Brennstoffzellensysteme besteht darin, daß zur Realisierung von mehreren unabhängigen Systemfunktionen nur noch eine Komponente benötigt wird. Im konkreten Fall wird die Funktion eines Ventils in den Injektor integriert. Dadurch kann der Bauraum eines Brennstoffzellensystems verringert und die Herstellungskosten reduziert werden. Durch die vereinfachte Verrohrung der Komponenten entsteht darüber hinaus ein funktionaler Vorteil durch Reduzierung des Druckabfalls.

Vorteilhaft ist die Ansaugöffnung des Injektors sowohl mit einer Anode der Brennstoffzellenanordnung zur Rezirkulation des Anodenabgases verbunden und andererseits mit einem Brenner verbunden zur Ableitung des Brennstoffs in der zweiten Schieberstellung. Die in dem Brenner erzeugte Wärme kann dann zur Aufheizung des Systems verwendet werden.

In einer Weiterbildung der Erfindung kann der Schieber Zwischenstellungen einnehmen, wodurch sich die Diffusorgeometrie verändert. Durch Einstellung der Diffusorgeometrie kann die Rezirkulationsrate, also das Verhältnis des rezirkulierten Anodenabgases zu dem zugeführten neuen Brennstoff variiert werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 ein Brennstoffzellensystem mit einem Injektor zum Rückführen von Abgas zu einem Reformier,

Figur 2 eine detaillierte Darstellung des Injektors in einer ersten Schieberstellung,

Figur 3 den Injektor von Figur 2 in einer zweiten Schieberstellung und

Figur 4 ein Brennstoffzellensystem, bei dem der Injektor zum Rückführen von Abgas zu einer Brennstoffzellenanordnung dient.

Bei dem in der Figur 1 gezeigten Brennstoffzellensystem wird aus einem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff, beispielsweise Benzin, durch eine Reformierungsreaktion ein wasserstoffhaltiges Gas erzeugt, wofür ein Reformier 2 vorgesehen ist, und das Reformat einer Brennstoffzellenanordnung 1 zugeführt. Die Brennstoffzellenanordnung 1 verfügt selbstverständlich über Anschlüsse, an denen direkt ein elektrischer Strom abgegriffen werden kann. In der Zuführung des Brennstoffs zu dem Reformier 2 ist ein Injektor 3 vorgesehen, den über eine Leitung 5 zugeführten Brennstoff beschleunigt und damit den statischen Druck absenkt. Durch diesen Unterdruck wird über die Ansaugöffnung 35 und die Leitung 7 Anodenabgas angesaugt. Im Diffusor 33 erhöht sich der Druck wieder. Über die Brennstoffleitung 5 kann dem Injektor im vorliegenden Ausführungsbeispiel nicht nur der Brennstoff zugeführt werden, sondern es kann sich bereits um ein Brennstoff-Luft-Gemisch handeln, das dem Reformier 2 zugeführt werden soll.

Diese Betriebsweise liegt im stationären Betrieb vor, wenn sämtliche Komponenten des Brennstoffzellensystems auf Betriebstemperatur sind.

An der Anode der Brennstoffzellenanordnung 1 wird mehr Abgas erzeugt, als durch den Injektor 3 dem Reformer wieder zugeführt werden kann. Das übrige Anodenabgas wird einem Brenner 4 zugeführt, der das Anodengas verbrennt. Das Abgas des Brenners 4 kann in die Umgebung entweichen.

Der Injektor 3 in dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem ist derart ausgestaltet, daß er auch eine zweite Betriebsweise des Brennstoffzellensystems ermöglicht. In der zweiten Betriebsweise ist die Verbindung zwischen einer Einlaßöffnung 31 des Injektors und einer Auslaßöffnung 34 unterbrochen. Stattdessen wird der über die Brennstoffleitung 5 zugeführte Brennstoff zu einer Ansaugöffnung 35 des Injektors geleitet, über die in der zuvor beschriebenen Betriebsweise das Anodenabgas zugeführt wird. In dieser zweiten Betriebsweise arbeitet der Injektor 6 also als Ventil.

Der durch die Ansaugöffnung 35 austretende Brennstoff wird über das Leitungsstück 7 dem Brenner 4 zugeleitet. An der Verbindung zwischen dem Leitungsstück 7 und der Anodenabgasleitung 6 sind keine besonderen Maßnahmen erforderlich, da in der Ventilbetriebsweise des Injektors 3 der Leitungszweig über den Reformer 2 und die Brennstoffzellenanordnung 1 unbenutzt ist. Der von dem Injektor 3 zu dem Brenner 4 transportierte Brennstoff kann deswegen nicht in die Anodenabgasleitung 6 so eindringen, daß er in die Brennstoffzellenanordnung 1 gelangt.

In der Figur 2 ist der Aufbau des Injektors 3 in einer detaillierteren Darstellung gezeigt. In Verbindung mit der Figur 3 ist erkennbar, wie die Umschaltung zwischen den beiden Betriebsweisen des Injektors 3 funktioniert. Auf der in der Darstellung von Figur 2 linken Seite des Injektors 3 befindet sich die Einlaßöffnung 31, die sich in Richtung der Auslaßöffnung 34 verjüngt und in eine Düse 32 mündet. In der rechten Hälfte des Injektors 3 ist ein Diffusor 33 gebildet, dessen Querschnitt sich in Richtung der Auslaßöffnung 34 weitet.



Der Eintrittsbereich des Diffusors 33, in den der aus der Düse 32 austretende Brennstoff als erstes gelangt, ist als Schieber 36 ausgestaltet. Im Bereich der Düse 32 und des Eintrittsbereichs des Diffusors 33 ist eine Kammer 37 gebildet.

5 Diese Kammer 37 ist mit einer Ansaugöffnung 35 verbunden. An die Ansaugöffnung 35 ist der Leitungsabschnitt 7 des Brennstoffzellensystems angeschlossen.

10 Der die Düse 32 passierende Brennstoffstrom besitzt eine hohe Geschwindigkeit und am Düsenaustritt und in der Kammer 37 einen geringen Druck. Das durch die Ansaugöffnung 35 eintretende Anodenabgas besitzt dagegen einen vergleichsweise höheren Druck. Der aus der Düse 32 austretende Brennstoffstrom saugt das Anodenabgas an. Der Brennstoff und das Anodenabgas vermischen sich anschließend beim Einströmen in den Diffusor 33. 15 Das Verhältnis des Brennstoffs, der durch die Düse 32 tritt, und des Anodenabgases, das durch den Brennstoffstrom angesaugt wird, hängt von der Geometrie der Düse 32 und des Diffusors 33 ab. Dieses Verhältnis ist normalerweise nicht einstellbar. 20

In der Figur 3 ist der Injektor 3 in einer Betriebsweise gezeigt, in der er als Ventil arbeitet. Diese zweite Betriebsweise wird dadurch ermöglicht, daß der Eintrittsbereich des 25 Diffusors 33 als Schieber 36 ausgestaltet ist. Der Schieber 36 wird in der Kammer 37 nach oben verschoben, so daß der Eintritt von Brennstoff aus der Düse 32 in den Diffusor 33 verhindert wird. Stattdessen füllt der Brennstoff die Kammer 37 und verläßt diese über die Ansaugöffnung 35.

30

Neben den beschriebenen extremen Stellungen des Schiebers 36 sind Zwischenstellungen möglich, in denen der Schieber 36 gegenüber seiner in der ersten Betriebsweise eingenommenen Position leicht verschoben ist. Dadurch ändert sich die Geometrie des Diffusors 33 derart, daß es zu einer veränderten 35 Einstellung des Verhältnisses zwischen dem zugeführten Brennstoff und dem rezirkulierten Anodenabgas kommt.

Die beschriebene Kombination zwischen einem Injektor und einem Ventil ist konstruktiv sehr einfach und wesentlich billiger als das Vorsehen separater Komponenten.

5

Der in den Figuren 2 und 3 gezeigte prinzipielle Aufbau eines kombinierten Injektors/Ventils ist auch für einen Injektor eines sogenannten "Wasserstoffsystems" anwendbar, bei dem bereits Wasserstoff als Brennstoff für die Brennstoffzellenanordnung 1 zur Verfügung steht. In diesem Fall wird das Anodenabgas der Brennstoffzellenanordnung 1 so zurückgeführt, daß es dem vor der Brennstoffzellenanordnung 1 angeordneten Injektor zur Verfügung gestellt wird zur Beimischung zu dem über die Brennstoffleitung 5 zugeführten Wasserstoff.

10

15

Während bei einem System gemäß der Figur 1 der Injektor in der Ventilfunktion bewirkt, daß sowohl der Reformer 2 als auch die Brennstoffzellenanordnung 3 überbrückt werden, bewirkt der Injektor 3 in der Ventilfunktion in der Figur 4, daß nur die Brennstoffzellenanordnung 1 überbrückt wird. In der Startphase des Brennstoffzellensystems, wenn die Brennstoffzellenanordnung 1 noch nicht ihre Betriebstemperatur erreicht hat, wird der Brennstoff über die Ansaugöffnung 35 sowie den Leitungsabschnitt 7 wiederum dem Brenner 4 zugeführt.

20

25

Im Ausführungsbeispiel der Figuren 2 und 3 ist der Schieber so vorgesehen, daß er eine translatorische Bewegung ausführt. Von der Erfindung umfaßt sind aber ebenso andere Ausgestaltungen, die die Funktion des beschriebenen Schiebers erfüllen.

30

Bezugszeichenliste

	1	Brennstoffzellenanordnung
	2	Reformer
5	3	Injektor
	4	Brenner
	5	Brennstoffleitung
	6	Anodenabgasleitung
	7	Leitungsabschnitt
10	31	Einlaßöffnung
	32	Düse
	33	Diffusor
	34	Auslaßöffnung
	35	Ansaugöffnung
15	36	Schieber
	37	Kammer

Patentansprüche

1. Brennstoffzellensystem mit

- einer Brennstoffzellenanordnung (1) und

5 - einem Injektor (3) zum Rückführen von Abgas in die Brennstoffzellenanordnung (1), wobei der Injektor (3)

- eine Einlaßöffnung (31),

- eine nachfolgend angeordnete Düse (32),

10 - einen nachfolgend angeordneten Diffusor (33) mit einer Auslaßöffnung (34) und

- eine Ansaugöffnung (35) zur Zuführung eines Anodenabgases der Brennstoffzellenanordnung (1) in eine im Bereich der Düse (32) und des Eintrittsbereichs des Diffusors (33) gebildete Kammer (37) aufweist,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Eintrittsbereich des Diffusors (33) als Schieber (36) ausgestaltet ist, wobei in einer ersten Schieberstellung der Durchtritt eines Brennstoffs von der Düse (32) zur Auslaßöffnung (34) ermöglicht ist und in einer zweiten Schieberstellung der Durchtritt verhindert ist.

2. Brennstoffzellensystem mit

- einer Brennstoffzellenanordnung (1),

25 - einem Reformer (2) zur Reformierung eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs zu einem wasserstoffhaltigen Gas,

- einem Injektor (3) zum Rückführen von Abgas in den Reformer (2), wobei der Injektor (3)

- eine Einlaßöffnung (31),

- eine nachfolgend angeordnete Düse (32),

30 - einen nachfolgend angeordneten Diffusor (33) mit einer Auslaßöffnung (34) und

- eine Ansaugöffnung (35) zur Zuführung eines Anodenabgases der Brennstoffzellenanordnung (1) in eine im Bereich der Düse (32) und des Eintrittsbereichs des Diffusors (33)

35 gebildete Kammer (37) aufweist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

10

11

der Eintrittsbereich des Diffusors (33) als Schieber (36) ausgestaltet ist, wobei in einer ersten Schieberstellung der Durchtritt eines Brennstoffs von der Düse (32) zur Auslaßöffnung (34) ermöglicht ist und in einer zweiten Schieberstellung verhindert ist.

3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansaugöffnung (35) einerseits mit einer Anode der Brennstoffzellenanordnung (1) und andererseits mit einem Brenner (4) zur Ableitung des Brennstoffs in der zweiten Schieberstellung verbunden ist.

4. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß durch Zwischenstellungen zwischen der ersten und der zweiten Schieberstellung die Diffusorgeometrie und damit der Rückführanteil veränderbar ist.

## Zusammenfassung

## Brennstoffzellensystem

- 5 Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem, bei dem einer Brennstoffzellenanordnung (1) und/oder einem Reformier (2) Brennstoff durch einen Injektor (3) zugeführt wird. Außerdem ist eine Rezirkulation von Anodenabgas der Brennstoffzellenanordnung (1) vorgesehen, weshalb die Brennstoffzellenanordnung (1) mit einer Ansaugöffnung (35) des Injektors (3) verbunden ist. Der Injektor (3) weist eine Einlaßöffnung (31), eine nachfolgend angeordnete Düse (32), einen nachfolgend angeordneten Diffusor (33) mit einer Auslaßöffnung (34) und einer Ansaugöffnung zur Zuführung eines Anodenabgases der Brennstoffzellenanordnung in eine im Bereich der Düse und dem Eintrittsbereich des Diffusors gebildete Kammer (37) auf. Erfindungsgemäß ist das Brennstoffzellensystem dadurch gekennzeichnet, daß der Eintrittsbereich des Diffusors (33) als Schieber (36) ausgestaltet ist, wobei in einer ersten Schieberstellung der Durchtritt eines Brennstoffs von der Düse (32) zur Auslaßöffnung (34) ermöglicht ist und in einer zweiten Schieberstellung verhindert ist.

Figur 2

FIG 1

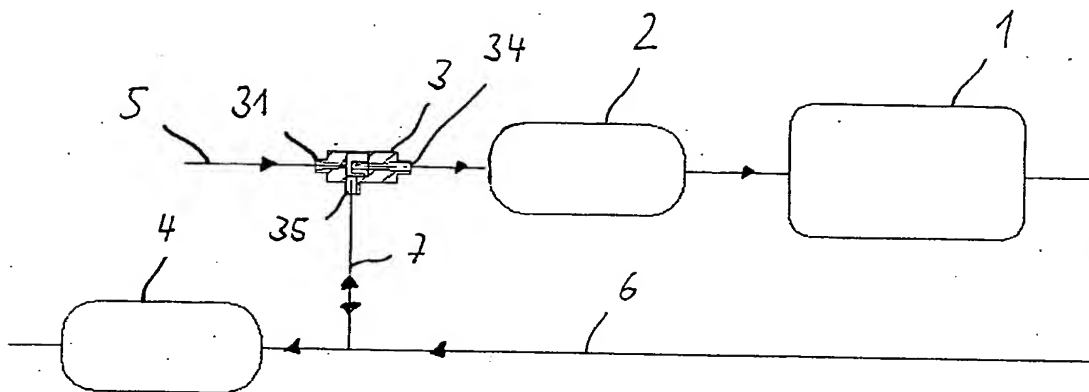


FIG 2

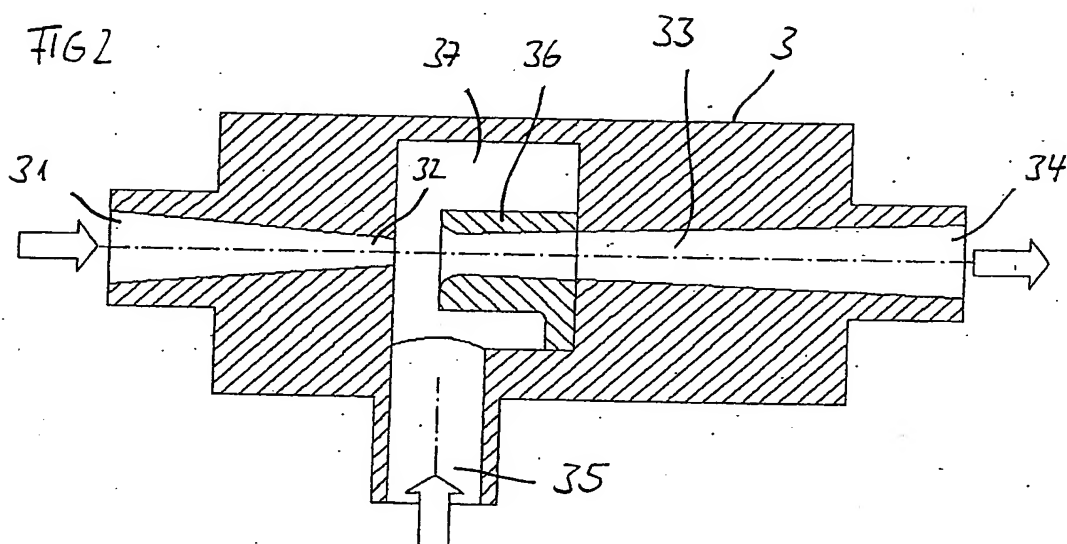


FIG 3

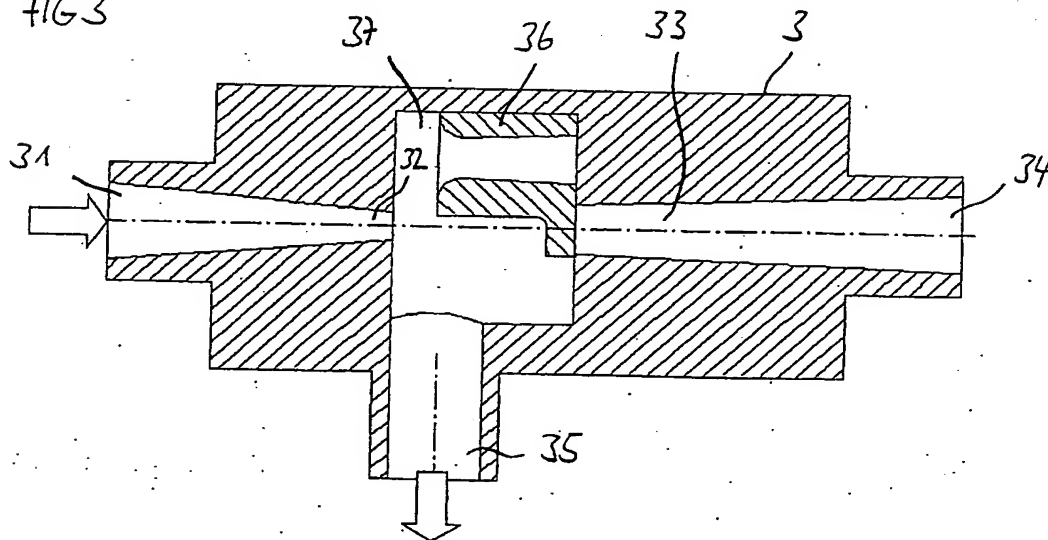


FIG 4

